

U N I V E R S I D A D
P O L I T E C N I C A
D E M A D R I D



Solemne Acto de Apertura
del Curso Académico
1993-94

Madrid, 1 de octubre de 1993



L E C C I O N I N A U G U R A L



pronunciada por
el Prof. Dr. D. Amable Liñán Martínez,
en el acto de la solemne Apertura
del Curso Académico 1993/94

Excelentísimo Señor Consejero de Educación y Ciencia,

Excelentísimo y Magnífico Señor Rector,

Señoras y Señores:

Debo empezar agradeciendo a la Universidad Politécnica, esto es, al señor rector, a los que componen los órganos de gobierno y a todo el personal de la Universidad, por esta distinción con la que honran a dos polos de la actividad en la ingeniería y arquitectura: la investigación científica y la capacidad creadora en el arte de la arquitectura.

Esta distinción con la que hemos sido honrados ha venido precedida por el Premio Príncipe de Asturias. El de las Artes, al profesor Sáez de Oiza, es premio a una obra creadora bien conocida por todos y que se justifica sobradamente por sí misma. El que yo he recibido, de Investigación Científica y Técnica, respondiendo a la propuesta del señor rector de la Universidad Politécnica, no tiene mucha más justificación que la benevolencia con que el jurado ha apreciado mis méritos, obviamente realzados en la propuesta, y los méritos más manifiestos de los muchos alumnos y colaboradores que, conmigo o independientemente, han enriquecido las ciencias de la ingeniería. Por último, estoy seguro que el premio se debe también al deseo del jurado, respondiendo a las intenciones de la Universidad Politécnica de incentivar la investigación científica, que tiene por objetivo ayudar a la solución de los problemas de la ingeniería.

No encuentro en mí muchos más méritos que haber recibido, y sentido desde niño, el don de una enorme curiosidad e interés por comprender, de manera que el estudio para mí no ha sido un trabajo, sino fuente de placer. Tuve la fortuna, al elegir mis estudios superiores, de encontrar la institución y las personas que impulsaron mi vocación científica y que me proporcionaron el objetivo muy atractivo y práctico de mi actividad investigadora. Yo debo, pues, estar agradecido a la Universidad Politécnica porque mucho antes de esta distinción y de haberme propuesto para el Premio Príncipe de Asturias, me había ofrecido el marco institucional donde tan fácil y fructífero ha sido mi trabajo.

Al llegar a la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos encontré un conjunto de profesores que fueron para mí excepcionales; entre otras cosas, por la fe que ponían y el cariño con que acogían a los jóvenes ilusionados. Yo tuve la fortuna de ser empujado pronto a la investigación en el seno del grupo de combustión de Gregorio Millán y mis otros maestros, Manuel Sandagorta, Carlos Sánchez Tarifa e Ignacio da Riva. Ellos me hicieron ver que era posible contribuir a hacer retroceder la frontera de los conocimientos científicos necesarios para la solución urgente de los problemas de la ingeniería. A estos maestros debo mi vocación científica y el objetivo tecnológico de mi actividad.

Yo, siguiendo a mis maestros, me he esforzado y he animado a mis alumnos para que se

esfuerzen en la búsqueda de explicaciones racionales de los aparentemente tan complejos procesos fluidodinámicos y de combustión, tratando, en lo posible, de obtener predicciones útiles para la ingeniería. El prestigio de la Universidad Politécnica, al que nos debemos y del que nos beneficiamos todos, me proporcionó alumnos y colaboradores brillantes, muchos de los cuales se han embarcado en esta aventura fascinante y han hecho contribuciones muy importantes a la mecánica de fluidos y combustión. En mi caso, son las contribuciones y prestigio de estos alumnos la razón última para mi nombramiento de académico de Ciencias, para el Premio Príncipe de Asturias y para esta medalla con que me honráis hoy.

Quiero aprovechar esta ocasión para agradecer a todos los profesores de esta Universidad Politécnica que se esfuerzan con su trabajo y su labor docente para contribuir al prestigio de la misma. Quiero hoy hacer mención especial de otros profesores que, en este año, han recibido honores bien merecidos —con ello nos han honrado a todos—: Angel Ramos ingresó en la Academia de Ciencias, pronunciando un excelente discurso sobre problemas medioambientales; Manuel Elices fue elegido miembro de la Academia de Ciencias, en virtud de sus aportaciones a la ciencia de los materiales; Enrique Sánchez Monge, también académico de Ciencias, fue galardonado con el Premio Leonardo Torres Quevedo de Investigación Técnica, por su extensa actividad investigadora en los campos de la genética y la mejora vegetal.

Me gustaría hacer algunas consideraciones respecto a los condicionamientos que los requisitos de la enseñanza e investigación en una Universidad Politécnica imponen a la actividad de una persona con vocación científica. Quiero anunciarles que, a mi entender, estos requisitos no empañan ni hacen aburrida la actividad científica; al contrario, la hacen fascinante y muy gratificante.

En el diccionario vemos definida la ciencia como el conjunto de conocimientos poseídos por la Humanidad acerca del mundo físico y del espiritual, de sus leyes y de su aplicación a la actividad humana para el mejoramiento de la vida. Y también se dice del conjunto de conocimientos que alguien tiene, adquiridos por el estudio, la investigación o por la meditación. Investigar es, según el diccionario, hacer gestiones o diligencias para llegar a saber ciertas cosas.

He aquí un programa fascinante para alguien que tiene vocación por la investigación científica. Es lugar común que los científicos deben conocer el proceso del pensamiento creativo, analizar los problemas, concentrándose en los elementos importantes y desechando los irrelevantes. Deben comprender que los resultados valiosos requieren un esfuerzo creativo durante largo tiempo. Deben estar dispuestos a admitir que hay cosas que no entienden y a emplear el tiempo necesario para averiguar qué es lo que no saben.

La educación es la transmisión de los valores y conocimientos acumulados por la sociedad. Al hacerse ésta tan compleja hoy día, es grande la cantidad de conocimientos que han de transmitirse de generación a generación, por lo que es necesario desarrollar esquemas eficientes y selectivos para la transmisión de la cultura. De ahí que si, por ejemplo, atendemos al tipo de conocimientos y actividad de la ingeniería haya también una enseñanza específica de la misma. Nos dice el diccionario que la ingeniería es el conjunto de conocimientos que permiten aplicar el saber científico a la utilización de los materiales y de las fuentes de energía mediante invenciones o construcciones útiles para el hombre; que ingeniero es el que discurre con ingenio las trazas o modos de conseguir o ejecutar una cosa; que

ingenio es la facultad en el hombre para discurrir o inventar con prontitud y facilidad, y también, la intuición, entendimiento y facultades prácticas y creadoras. (Téngase en cuenta que ingeniero proviene de la raíz latina ingenere, que significa crear.)

Yo llegué a la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos atraído por mi vocación por saber y por el brillo de un producto tan fascinante del ingenio del hombre, como es el avión. Pronto descubrí que mis facultades estaban más ligadas a la capacidad de discurrir y ordenar los conocimientos que con la capacidad de invención y creación con que Sáenz de Oiza ha sido dotado. También descubrí que la ingeniería moderna es una tarea colectiva, que debe ocuparse de la investigación y desarrollo de técnicas, de la concepción y diseño, de la fabricación, producción, operación y mantenimiento. Y toda esta secuencia de tareas debe ser atendida por los ingenieros y debe ser objeto de la enseñanza.

La práctica de la ingeniería es un arte, aunque el ingeniero debe haber adquirido el bagaje conceptual y las herramientas intelectuales que le proporcionan las matemáticas, la física y la química para formular apropiadamente los problemas de la ingeniería. El carácter global de estos problemas demanda una visión global y un juicio que han de educarse, pero que sólo se adquieren realmente con años de experiencia.

Los estudiantes deben adquirir el hábito de buscar la respuesta rápida y precisa a sus problemas, sin perder la confianza propia y la seguridad de que son capaces de dar solución responsable a los problemas complejos de la industria. Los problemas bien planteados, con solución única, y con toda la información necesaria para su solución, son muy útiles para medir y asegurar la comprensión de los conceptos básicos de la ingeniería. Los alumnos deben adquirir conciencia de cuándo han resuelto correctamente un problema. Pero éstos no son, sin embargo, los problemas complejos de la industria. Debemos formar a nuestros estudiantes para tratar estos problemas que no tienen solución única, para los que no se dispone de información completa o que debe ser generada por el propio ingeniero.

La capacidad de solución de estos problemas debe ser adquirida, porque no suele ser innata. Esta capacidad implica, antes que nada, el reconocimiento del problema; después, su formulación clara, su simplificación, reduciéndolo a sus elementos esenciales. A continuación, la obtención de respuestas cualitativas, previas a la búsqueda del método de solución más preciso. Finalmente, es necesario aprender a exponer claramente los resultados. La facilidad de comunicación oral y escrita es muy importante para asegurar que se comprenden bien las necesidades de los usuarios. Así pues, es muy compleja la tarea de la enseñanza de la ingeniería, y a ella han de contribuir personas con habilidades muy diversas.

Contribuir a la cultura de su tiempo mediante la investigación, anticipándose a los retos del futuro, sin dejar de transmitir a los jóvenes la herencia de conocimientos del pasado, es tarea propia de la Universidad. Esto ha de conseguirse con la mezcla apropiada de enseñanzas de tipo general y profesional y de la actividad investigadora.

Las técnicas profesionales de hoy quedan rápidamente anticuadas y son substituidas por otras nuevas. En la enseñanza, sin perder la visión global e interdisciplinar de los problemas de ingeniería, ha de hacerse hincapié en los aspectos básicos para así facilitar al futuro profesional la reespecialización continua. Una parte importante de la actividad investigadora en la Universidad debe

tener ese carácter. Sin embargo, es también importante que los profesores y alumnos tengan o adquieran, de una forma u otra, la experiencia industrial que les permita apreciar las exigencias y problemas específicos de la industria, que, si está viva, debe estar abierta a la innovación tecnológica.

La labor investigadora en una Universidad Politécnica no debe caracterizarse sólo por ser innovadora, sino por la visión interdisciplinar de los problemas de la ingeniería que tratan de ayudar a resolver. Exige la incorporación de técnicas muy diversas, que deben aunarse para llevar a cabo con éxito la investigación; la fecundidad de la tarea investigadora está frecuentemente asociada a su carácter interdisciplinar. La eficacia de la investigación en la Universidad no sólo se debe medir por sus resultados directos, sino por la huella que la labor investigadora de profesores y doctorandos pueda dejar en la formación de los alumnos.

Es todavía reciente la incorporación de las tareas de investigación a las escuelas de ingeniería. Las plantillas de nuestras Universidades han sido fijadas por ineludibles necesidades docentes, asignando una excesiva carga lectiva al personal con dedicación completa. Con ello se hace difícil la formación de grupos con la masa crítica necesaria para hacer la investigación interdisciplinar que pueda llevar aportaciones al desarrollo tecnológico. A pesar de ello, el número de grupos, con la masa crítica necesaria que se dedican en nuestra Universidad a tareas de investigación científica y técnica ha aumentado lo suficiente, como para dar lugar a un crecimiento explosivo, muy significativo, de sus aportaciones al desarrollo científico y tecnológico español.

Quiero terminar haciendo una llamada a quienes inician su actividad investigadora hacia los problemas que han centrado mi propia actividad: el análisis de los procesos de combustión.

La combustión es una reacción química, exotérmica, entre un combustible y un oxidante, típicamente el oxígeno del aire. El combustible puede estar originalmente en fase sólida, como es el caso del carbón; en fase líquida, como es el caso de los hidrocarburos líquidos, o en fase gaseosa, en la que está el gas natural. La combustión tiene lugar, generalmente, en fase gaseosa; por lo que el combustible sólido o líquido ha de gasificarse previamente para que la mezcla y reacción química con el oxígeno del aire pueda tener lugar. Para facilitar la gasificación de los combustibles sólidos, éstos se trituran y pulverizan; para facilitar la vaporización de los líquidos, hemos de atomizar los chorros líquidos inyectados en la cámara de combustión. Así se pueden formar las neblinas y mezclas de partículas sólidas y líquidas con el aire, cuya dinámica nos gustaría controlar para que se quemaran con la intensidad volumétrica deseada.

Para la formulación matemática de los procesos de combustión hemos de utilizar la Teoría de los Fenómenos de Transporte de Calor y Masa en el marco de la Mecánica de Fluidos, añadiendo las leyes de Termodinámica de Mezclas Reactantes y de la Cinética Química, sin dejar de lado los aspectos de la radiación. A la hora de hacer esta formulación, encontramos lagunas importantes en nuestros conocimientos actuales; estas lagunas son consecuencia de nuestro conocimiento parcial de la cinética de las reacciones químicas y también del carácter turbulento de los flujos típicos de la combustión. Este carácter turbulento es, sin embargo, conveniente para hacer rápido y eficaz el proceso de mezcla.

Las aplicaciones de la combustión se derivan del carácter exotérmico de las reacciones químicas, lo que conduce al calentamiento de la mezcla reactante y productos de la combustión. En las

primeras aplicaciones de la combustión, la energía térmica aportada por la misma se utilizó para calentarnos y calentar y cocer los alimentos, y también para calentar los minerales y purificar y trabajar los metales. La radiación luminosa asociada a las reacciones de combustión se aprovechó para la iluminación. El calentamiento asociado a la combustión va acompañado con incrementos de presión y expansión de los gases de combustión; de ahí la posibilidad de producir trabajo con ayuda de los gases de combustión. Las máquinas de vapor, primero; los motores alternativos, más tarde; y, por último, los motores cohete, los turborreactores y las turbinas de gas, han transformado radicalmente nuestras vidas.

Quemamos anualmente tres mil millones de toneladas de petróleo, dos mil millones de gas natural y otros dos mil millones de toneladas de carbón. A este ritmo consumiremos, en menos de un siglo, un bien muy escaso, los hidrocarburos, que han tardado en formarse cientos de millones de años. Esto se hace con rendimientos muy bajos, aprovechándose menos de un tercio de la energía química almacenada y enviando a la atmósfera unos seis mil millones de toneladas anuales de CO_2 y también sustancias contaminantes, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y de azufre, que, aunque emitidas en proporciones mil veces menores, son extraordinariamente dañinas.

Aumentar la eficacia de los sistemas de conversión de energía y propulsión, atenuando simultáneamente la emisión de contaminantes, es una tarea de extraordinaria importancia económica y ambiental. Esta tarea se verá facilitada por el crecimiento explosivo de nuestro conocimiento de los procesos de combustión; lo que es de esperar debido, por una parte, a las grandes posibilidades que nos ofrecen las técnicas láser de visualización y medida para el análisis experimental; por otra parte, a las técnicas asintóticas para el análisis y modelización simplificada de procesos con escalas múltiples, y, por último, a la enorme capacidad de los ordenadores actuales y futuros para la simulación numérica de los procesos.

El número de investigadores que en España se dedican a esta tarea es muy pequeño, veinte veces inferior al de Francia. Desearía ver multiplicado el esfuerzo investigador que dedicamos en nuestra Universidad Politécnica a estos procesos.

Muchas gracias.